

赤音地の両性的性質

イオン吸収性と緩衝曲線よりの検討

吉川 義一

(農学部土壤肥料学研究室)

赤音地の両性的性質を、アンモニウムイオンならびに塩素イオンに対する吸収性、特に水素イオン濃度との関係と、緩衝曲線より検討した結果について報告する。

供試土壤

ケイ酸質崩積物の影響をほとんど受けていないと認められる赤音地と、対照土壤として黒音地および無機質酸性土壤を選んだ(第1, 2表)。

第1表 供試土壤

土 壤	採 取 地	風 乾 土 色 *	土 性 (農学会法)
赤 音 地	片 地, 高 知 県	淡 黄 橙	軽 塩 土
黒 音 地	片 地, 高 知 県	帯 褐 黒(5)	軽 塩 土
ケイ岩残積土壤	在 所, 高 知 県	淡 橙	塩 土

* 基準土色帳(日本土壤協会, 1954)の命名法

第2表 供試土壤の一般的性質

土 壤	全炭素 % (乾土)	pH		置 換 酸 度 y_1	加 水 酸 度 y_1	置 換 性 カルシウム me/100g乾土	塩 基 置 換 容 量 me/100g乾土	リン 酸 吸 収 係 数
		水	塩化カリ					
片地赤音地	1.3	6.17	5.60	0.5	10.3	0.8	27.0	2430
片地黒音地	14.6	5.05	3.91	38.1	95.5	1.3	87.3	2580
在所土壤	0.2	5.01	3.84	42.4	36.2	0.4	20.9	940

(注) 測定方法: 全炭素 簡易滴定法, pH ガラス電極法, 置換酸度および加水酸度 KAPPEN 法, 置換性カルシウム IN塩化カリで浸出し容量法, 塩基置換容量 酢酸アンモニウム法(遊離塩の洗浄は95%アルコールによる), リン酸吸収係数 本邦土性調査法。

実 験 方 法

1. アンモニウムイオンおよび塩素イオンの吸収に関する実験*

(1) 養分吸収力測定法に準拠したアンモニウムイオンならびに塩素イオン吸収量の測定

浸出液: アンモニウムイオン吸収量を測定する場合は, 0.2Nアンモニア 500 ml に種々の量の1N塩酸を加え, 蒸留水で 1 l に希釈し, アンモニウムイオン 0.1 mol/l を含む種々の pH の浸出液を作る。塩素イオンの吸収量を測定する場合は, 0.2 N 塩酸 500 ml に種々の量の 1N アンモニアを加えた後, 蒸留水で 1 l に希釈し, 塩素イオン 0.1 mol/l を含む種々の pH の浸出液を作る。

吸収量の測定: 風乾細土 10 g に浸出液 50 ml を加え, (アンモニウムイオンまたは塩素イオン添加量 50 me/風乾細土 100 g), 時々ふりまぜながら室温に 48 時間放置後乾燥口過し, 溶液の一定量をとり, アンモニウムイオン(水蒸気蒸留法)あるいは塩素イオン(容量法)を定量し, 浸出液の

定量値との差から吸収量を求める。なお口液の一部をとり pH を測定する（ガラス電極法）。

(2) 塩基置換容量測定法に準拠したアンモニウムイオンならびに塩素イオン吸収量の測定

浸出液：塩酸またはアンモニアで pH を 5.0, 6.0, 7.0, 8.0 にそれぞれ調節した 1N または 0.1N 塩化アンモニウムを用いる。

吸収量の測定：風乾細土 2g^{**} に浸出液約 50 ml を加え、時々ふりまぜながら室温に 24 時間放置後、ゲーチルツボに口紙を敷き、軽く吸引しつつろ過する。浸出液で土壌をすべて口紙上に移した後、1 回 2～3 ml ずつ計 300～400 ml の浸出液を用い、じゅうぶん洗浄して吸収平衡にいたらせる。ついで 95% アルコールで洗浄（1 回 2～3 ml, 計 80 ml）して遊離塩を除去した後、1N 硝酸カリで吸収されているアンモニウムイオンおよび塩素イオンを浸出する。これらを定量して吸収量を求める（定量法は(1)と同じである）。

* 実験の便宜からカチオンとしてアンモニウムイオンを、アニオンとして塩素イオンを選んだ。

** 黒音地で pH 8.0 の浸出液を用いる場合は 1g とする。

2. 緩衝曲線の作製

ARRHENIUS の方法、川崎、矢木、岩田の方法²⁾を参考として、つぎのような方法で作製した。

(1) 水浸液の場合（「水浸液」と略称）

試薬として 0.1N カセインソーダまたは 0.1N 塩酸 10, 20, 30, 40, …… ml をそれぞれ蒸留水（前者の場合はあらかじめ煮沸して炭酸ガスを除く）で 500 ml に希釈したものを用意する。風乾細土 5g に試薬 50 ml を加え、1 時間ふりまぜた後なお時々ふりまぜながら室温に 48 時間放置し、懸濁液の pH をガラス電極で測定する。上記の割合に試薬を加えると、風乾細土 100g に対しそれぞれ 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 …… me のカセインソーダまたは塩酸を加えたことになる。

(2) 塩化カリ共存の場合（「KCl 共存」と略称）

1N 塩化カリ 500 ml 中に 0.1N カセインソーダまたは 0.1N 塩酸 10, 20, 30, 40, …… ml をそれぞれ含ませた試薬を用いるほかは「水浸液」と全く同様におこなう。

実験結果と考察

実験結果の概要を述べると、つぎのとおりである。

アンモニウムイオンおよび塩素イオンの吸収と水素イオン濃度との関係……第 3 表（第 1 図）、第 4 表（第 2 図）

養分吸収力測定法に準じて測定した両イオンの吸収量と口液の水素イオン濃度との間には、つぎの関係が認められる。

アンモニウムイオンの吸収量は、一般に水素イオン濃度の低下にともない増大する傾向が認められるが、その関係は土壌によって異なる。赤音地においては、水素イオン濃度の影響を著しく受け、酸性下における吸収量は少ないが、中性ないしアルカリ性下で著しく多い。これに対して無機質酸性土壌は、酸性下ですでにかなりの吸収量を示し、水素イオン濃度の低下にともなう吸収量の増加は赤音地にくらべてはるかに少ない。黒音地は赤音地に似ており、中性付近より増加するが、その程度は赤音地よりもはるかに大きい。

塩素イオンの吸収は、一般に水素イオン濃度の増加にともない増大する。赤音地は塩素イオンの吸収量が著しく多く、pH 6 付近でアンモニウムイオン吸収量と当量になる。pH が低下するにしたがって吸収量は著増する傾向が認められる。黒音地と無機質酸性土壌の吸収量は、酸性においてもわずかである。

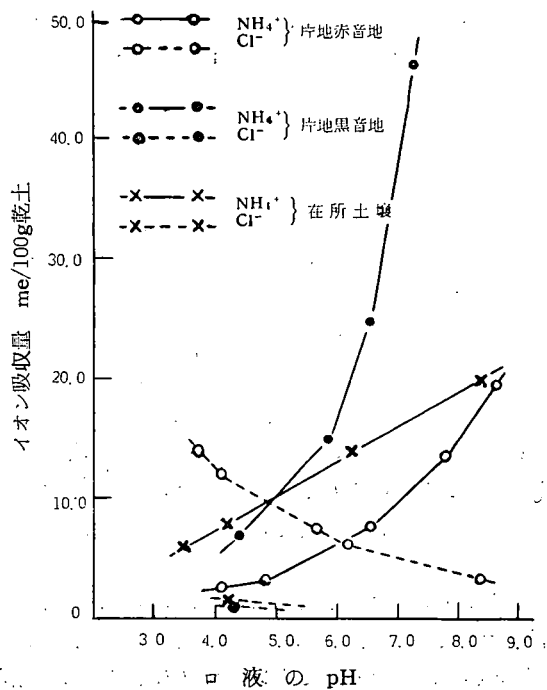
塩基置換容量測定法に準じて測定した両イオンの吸収量と浸出液の水素イオン濃度との間にも、

第3表 養分吸収力測定法に準じて求めたアンモニウムイオンおよび塩素イオン吸収量
イ. アンモニウムイオン * me/100g乾土

浸出液 番号	pH	片地赤音地		片地黒音地		在所土壌	
		吸収量 *	口液の pH	吸収量 *	口液の pH	吸収量 *	口液の pH
1	1.66	2.5	4.09	—	—	—	—
2	1.92	3.1	4.85	—	—	6.1	3.46
3	8.53	7.6	6.56	6.8	4.43	7.7	4.17
4	9.07	13.5	7.82	14.8	5.86	13.3	6.24
5	9.69	19.5	8.63	24.8	6.47	19.7	8.35
6	10.40	—	—	46.0	7.34	—	—

ロ. 塩素イオン * me/100g乾土

浸出液 番号	pH	片地赤音地		片地黒音地		在所土壌	
		吸収量 *	口液の pH	吸収量 *	口液の pH	吸収量 *	口液の pH
11	1.65	13.8	3.70	—	—	—	—
12	1.82	12.1	4.10	—	—	—	—
13	2.56	7.6	5.73	—	—	—	—
14	8.20	6.0	6.23	1.0	4.34	1.6	4.26
15	9.23	3.2	8.37	<1.0	6.10	<1.0	7.39

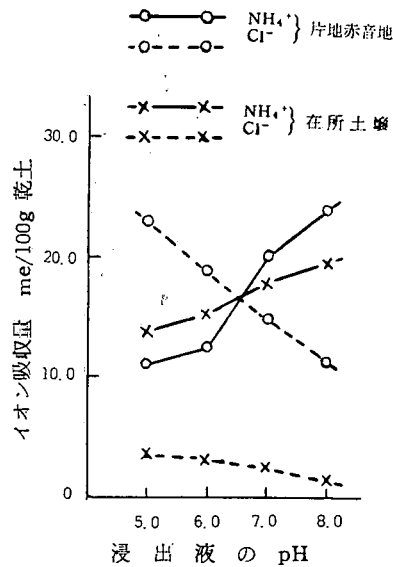


第1図 養分吸収力測定法に準じて求めたアンモニウムイオンおよび塩素イオンの吸収量と口液の pH との関係

第4表 塩基置換容量測定法に準じて求めたアンモニウムイオンおよび塩素イオンの吸収量
me/100g 乾土

土 壤	浸 出 液 濃 度 (N)	イ オ ン の 別	浸 出 液 の pH			
			5.0	6.0	7.0	8.0
片 地 赤 音 地 *	1	NH ₄ ⁺	11.0	12.3	19.9	23.8
		Cl ⁻	22.9	19.0	14.8	11.2
	0.1	NH ₄ ⁺	7.0	—	—	15.2
		Cl ⁻	15.5	—	—	10.1
片 地 黒 音 地	1	NH ₄ ⁺	32.1	—	—	127.6
		Cl ⁻	5.0	—	—	1.1
在 所 土 壤	1	NH ₄ ⁺	14.1	15.2	17.9	19.6
		Cl ⁻	3.7	3.2	2.5	1.4
	0.1	NH ₄ ⁺	12.4	—	—	17.4
		Cl ⁻	3.5	—	—	1.7

* あらかじめ過酸化水素水（遊離酸を含まない）で処理すると、わずかながら、アンモニウムイオン吸収量は減少し、塩素イオンの吸収量は増加する。



第2図 塩基置換容量測定法に準じて求めたアンモニウムイオンおよび塩素イオンの吸収量と浸出液の pH との関係 (片地赤音地および在所土壤, 1N塩化アンモニウム)

類似の関係が認められる。すなわち赤音地と黒音地のアンモニウムイオン吸収量は、水素イオン濃度の低下にともない著増し、無機質酸性土壌においては増加はわずかである。塩素イオン吸収量は、赤音地において著しく多く、pH 6~7でアンモニウムイオン吸収量と当量になる。水素イオン濃度の増大にともない吸収量は著増する傾向が認められる。黒音地と無機質酸性土壌の吸収量は実験の範囲でわずかである。

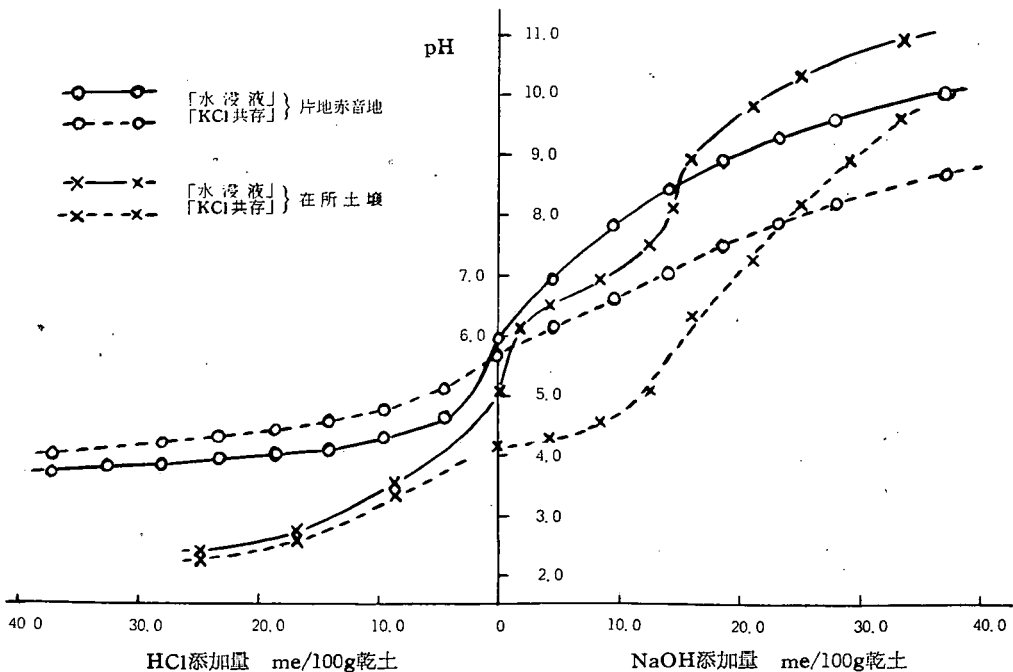
第5表 カセイソーダまたは塩酸の添加と pH の変化

イ. カセイソーダの添加と pH の変化

土 壤	方法の別	風乾土 100 g あたり NaOH 添加量 me										
		0	2.0	4.0	8.0	12.0	14.0	16.0	20.0	24.0	28.0	32.0
片地赤音地	水浸液	5.96	—	6.96	7.77	8.43	—	8.90	9.30	9.63	—	10.04
	KCl 共存	5.64	—	6.14	6.63	7.03	—	7.50	7.85	8.17	—	8.67
在所土壤	水浸液	5.06	6.10	6.50	6.96	7.50	8.10	8.93	9.80	10.31	—	10.93
	KCl 共存	4.13	—	4.29	4.56	5.12	—	6.30	7.25	8.14	8.94	9.58

ロ. 塩酸の添加と pH の変化

土 壤	方法の別	風乾土 100 g あたり HCl 添加量 me									
		0	4.0	8.0	12.0	16.0	20.0	24.0	28.0	32.0	
片地赤音地	水浸液	5.96	4.58	4.27	4.09	4.00	3.90	3.84	3.79	3.70	
	KCl 共存	5.64	5.10	4.76	4.55	4.40	4.23	4.23	—	3.99	
在所土壤	水浸液	5.06	—	3.48	—	2.70	—	2.39	—	—	
	KCl 共存	4.13	—	3.33	—	2.62	—	2.34	—	—	



第3図 片地赤音地と在所土壤の緩衝曲線

緩衝曲線……第3図(第5表)

赤音地と無機質酸性土壤との間には著しい相異が認められる。赤音地は、「水浸液」、「KCl 共存」のいずれの場合も、酸およびアルカリの添加に対して強い緩衝作用を示し、曲線の傾斜は小さく、pH の飛躍が認められない。「水浸液」、「KCl 共存」の両曲線は pH 5 ~ 6 で交わるが、これよ

りも高い pH では、「KCl 共存」の曲線が「水浸液」の曲線よりも低い pH 曲線をえがき、低い pH では、逆に「水浸液」の曲線よりも高い pH 曲線をえがく。

無機質酸性土壌もアルカリの添加に対して強い緩衝作用を示す。添加量が少ない場合は、「水浸液」、「KCl 共存」のいずれの曲線も、赤音地のそれらとはそれぞれ低い pH 曲線をえがくが、添加量の増大にともない pH の上昇が著しくなり、あるいは飛やくして、赤音地のそれらよりもそれぞれ高い pH 曲線をえがくにいたる。酸を添加する場合には pH が急激に下る。実験の範囲で、「KCl 共存」の曲線が「水浸液」の曲線よりも常に低い pH 曲線をえがく。なお「KCl 共存」の曲線においては pH 4～5 に、「水浸液」の曲線においては pH 7 前後に傾斜の特に小さい部分が認められる。

以上のようなイオン吸収と水素イオン濃度との関係および緩衝曲線の特性よりみて、赤音地の粘土が、自然条件下で両性の性質を著しくもつことが明らかである。そしてそのアシドイドは弱酸的の性質をもち、酸性下でその働きは弱いが、中性ないしアルカリ性では著しく高まる。またそのバソイドは弱塩基的の性質をもち、酸性下でその働きが著しく増大する特性をもつとみられる。等電点の pH の高いことなどと考え合わせると、中性付近で両者の働きはほぼ均衡しているものと推察される。これに対して、黒音地、無機質酸性土壌は酸性下でもバソイドの働きは弱く、自然条件下でアシドイド的の性質が顕著であるとみられる。そしてそのアシドイドの働きは、黒音地においては弱酸的で、中性ないしアルカリ性で著しく高まり、無機質酸性土壌においては強酸的で、水素イオン濃度の影響をあまり受けないことがうかがわれた。

周知のとおり、赤音地は置換性カルシウムを著しく欠くにもかかわらず、反応は中性に近くまた置換酸性を示さない。この特異性も以上のような粘土の特性にもとづくものと思われ、アシドイド、バソイドの働きが均衡しているのみならず、それらがそれぞれ弱酸、弱塩基的で、低い pH または高い pH になりがたいと推察される。

イオン吸収に対する濃度の影響にも土壌間に相異が認められるが（塩基置換容量測定法に準じて測定した場合）、これらに関しては後に詳しく検討する。なお無機質酸性土壌の緩衝曲線については別に検討して報告した³⁾。

要 約

赤音地の両性の性質を、アンモニウムイオンならびに塩素イオンに対する吸収性特に水素イオン濃度との関係と緩衝曲線より検討し、黒音地、無機質酸性土壌と比較した。その結果、赤音地は自然条件下で両性の性質を顕著に帯び、そのアシドイドは弱酸的で、中性ないしアルカリ性下でその働きは著しく高まる。またバソイドは弱塩基的の性質をもち、酸性下でその働きは著しく増大する。そして自然条件においては、両者の働きはほぼ均衡しているものと考えられる。これに対して、黒音地、無機質酸性土壌は、自然条件下でアシドイド的の性質が著しいが、その働きは、黒音地においては弱酸的で、中性付近より著しく高まり、無機質酸性土壌においては、強酸的で水素イオン濃度の影響が小さいことが認められた。なお赤音地にみられる反応の特異性は、上記のような特性に大きな原因のあること推察した。

本研究をおこなうにあたり御指導をたまわった片岡一郎教授に感謝します。

文 献

- 1) ARRHNIUS, O : Kalkfrage und Bodenreaktion (1926)
- 2) 川崎一郎, 矢木 博, 岩田武司 : 日本農研報告 1, 9 (1951)
- 3) 吉川義一 : 高知大学学術研究報告 8, 3, 1 (1959)

(昭和34年4月22日受理)